中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(2)：115～131（1992）

回交次數對稉秈稻雜種後裔稔實率及株高與育種選拔率之影響[1]

曾東海　陳正昌　陳治官[2]

摘要：為了將秈稻優良特性引進本省稉稻中，以育成優良之稉稻品種及擴展本省稉稻育種資源，以5個稉稻品種為母本，13個秈稻品種（系）為父本進行雜交，共得16組合稉秈稻雜種 F_1，其中四個雜種 F_1 於第一次回交時，分別與其父母本回交，其他12個組合的第一次回交及全部（20組合）之第二、三、四次回交均以母本為輪迴親；調查16個雜種 F_1 的稔實率、株高，與父母本回交組合之 F_2 BC_1F_1、BC_2F_1、BC_3F_1 的株高、稔實率及各世代選育情形，另外12組合亦在各世代進行選拔，本試驗之結果摘述如下：雜種 F_1 的稔實率從3.57～62.21％，不稔率因組合不同而有明顯的差異。雜種 F_2 的稔實率呈近似常態分佈，其平均稔實率高於 F_1，BC_1F_1 稔實率因回交親本不同而異，雜種 F_1 與秈型親本回交者，高於與稉型親本回交者，稔實率因回交次數增加而提高。雜種 F_1 的株高，顯現雜種優勢，雜種 F_1 比較高親本高0.51～29.1％。回交較高親本時，其 BC_1F_1 株高較回交較矮親本者高約10％，與較高親本回交次數增加，其 F_1 平均株高降低，經三次回交時，其雜種 F_1 平均株高，接近親本。稉秈稻雜種後裔，出現低稔實率、有芒、內外穎灰色等親本所無之性狀，而三者之間並無相關性。依一般稉稻選育基準，進行稉稻雜種後裔選拔時，單交者，未能選出理想品系，經一、二次回交稉型親本者，大部份之組合亦無法選出品系，經三次回交，多數組合可以選出優良品系，唯選拔率低於1％，經四次回交者則較易選出優良品系，其選拔率達2％以上。

關鍵詞：水稻，稉秈稻雜交，回交，輪迴親，稔實率，芒，內外穎色，株高，選拔率

本省地處亞熱帶，氣候潮濕多雨，適合水稻生長，民國64年水稻栽培面積達79萬公頃，是為高峰，近年來栽培面積降至48萬公頃左右，但仍為主要的農作物之一。近十餘年本省稻米之年產值為三百至五百億元，占農業生產總值之11～20％，占農產生產總值之27％至42％。本省水稻品種，進行系統性有計畫的改良工作[20,21]，應始於日本佔領臺灣以後，本省原栽培的品種是屬於秈型（Indica type），農民所種的品種繁多，皆為在來種，1910年本省約有1197種的在來種，後經日本人的檢定與淘汰，選留390種，並在第一期作限定47品種，第二期作限定50品種做為栽培用。日本人為供應其國內糧食之需，於1899年將日本稻引進臺灣，而於1912年正式試種，初期的試種成績並不理想，至1923年其栽培面積尚僅500公頃，1924年以後為了使日本稻能適合本省的氣候環境仍行雜交育種。

一般而言，雜交育種依其使用親本親緣關係可分為二類，一為使用二親本較近緣者，一為較遠者，前者於短期內較容易得到新品種，但選獲超越兩親較大之優良品系的機會較少，後者則相反，本省第一個正式登記命名的水稻品種為臺南三井1號，是1930年臺南改良場自日本稻以純系分離而育成者（本品種現已遺失），爾後品種改良仍積極展開，從1930年到1990年間，正式命名登記之品種計有250

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1615 號。本試驗承農業委員會補助經費，謹致謝意。
2. 臺灣省農業試驗所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

種[1,11]，依據其育種方法及親源關係，臺灣水稻育種工作，可分為如下之步驟[6]；(1)由稉型品種（日本品種為主）以純系分離而育成者，(2)由稉型品種間（日本品種為主）雜交或雙雜交而育成者，(3)稉型品種（包括前述第一、二步驟育成者）與秈型品種雜交，然後再與稉型親本品種回交，(4)由第三步驟育成之品種間再行相互雜交。

黃[6]於1961年分析臺灣水稻育成品種間之親緣係數，發現當時臺灣水稻改良品種中，約有82%之品種與臺中65號有血緣關係，其親緣係數分佈最多者為25%～55%。從1961年以後到1990年本省育成稉稻品種共50種[1,11]，其中除了4個純系選育品種及3個雜交育成品種外，亦皆與臺中65號有血緣關係，雖然有許多新育成品種已加入秈型血緣，與臺中65號之親緣係數降低了，但仍脫不了臺中65號之範圍。因此欲突破臺灣稉稻品種改良之瓶頸，必須引進新的基因。

稉秈稻為栽培種亞洲稻（*Oryza sativa* L.）的兩個亞種（Subspecies），稉秈稻各有其優劣點，一般認為稉稻葉色較濃綠、米粒較圓、耐寒、難脫粒、耐肥性強、抗倒伏、米質較優，而秈稻則抗病性強、耐旱、耐瘠、易於脫粒、粘性差、分蘗性強、米粒蛋白質含量較高、食味品質較差[4]。由於稻亞種間血緣較遠，其雜種 F_1 及其後代具有各種不同程度的不稔率，其變域因組合不同而異，可由0～100%，此現象發生之原因，有不同的學說，岡氏[17,18]認為低稔之原因乃由於兩組遺傳因子，即配偶子發育基因（Gamete-development genes）及重複稔性基因（Duplicate fertility genes）之作用，當配偶子發育基因成雙隱性時，阻礙配偶子之發育所致，其低稔之障礙約在 F_4～F_5 代以後逐漸消失，但亦有固定的低稔系統育成。謝[12]引用 Smpyo (1952) 及 Parthasararhy (1954) 報告，在減數分裂後期發現染色體橋，並認為雜種不稔性可能與染色體倒置（Inversion）之發生有關，謝氏[12]則基於純系親本及其間之雜種在減數分裂中均出現染色體倒置之現象，而認為此種倒置不能代表在雜種內產生染色體之倒置異質性（Inversion heterozygosity）。盧等[7]以秈稉雜交，在其後代就稔實率，依不同方向選拔結果，僅能影響稔實率向上復增高之程度，未能獲得低稔實率之固定品系，認為亞種間之雜種後裔低稔性似非僅由基因所控制者。1963年二月在國際稻米研究所[2]，舉行遺傳學及細胞遺傳學討論會，與會專家學者針對此問題研討結果，認為稻雜種不稔性極可能同時受染色體構造的變化及基因雙方之影響。

現代育種學家常以秈稻的優良特性來改良稉稻，或以稉稻的優良特性來改良秈稻。由於稉秈稻之血緣較遠，其所具有之基因組（genome）之差異極大，欲將理想之基因由秈稻導入稉稻或由稉稻導入秈稻，由於稉秈之雜交不親和性，F_1 有顯著之不稔性，妨礙育種工作之進行，因而育種學家，採用回交育種法進行稉秈稻雜交育種，唯應以何者為輪迴親（recurrent parent）及雜種應行多少次回交，實有探究之必要，乃進行相關調查研究。

材料與方法

1987年第一期作以臺農67號（TNG67）、臺中189號（TC189）、臺農70號（TNG70）、臺南9號（TN9）及高雄141號（KH141）等5個稉稻為母本，13個 IR 之秈稻品種系為父本，進行稉秈稻雜交，共獲得16個雜種 F_1 組合（如表1.），其中 TC189/IR36、TNG70/IR56、TN9/IR36、KH141/IR9752-222-3-2-2等四個雜種組合為主要試驗材料，這四組合於第二期作以單本植種雜種 F_1，並與雙親回交，獲得八組合之 BC_1F_1，1988年第一期作種植此四組合之 F_2 及八組合之 BC_1F_1，並自 BC_1F_1 各選植株特性較接近稉稻之單株1～3株為母本，再與稉型親本回交，獲得 BC_2F_1，第二期作種植 BC_2F_1，依此方法，自 BC_2F_1 獲得 BC_3F_1，自 BC_3F_1 獲得 BC_4F_1。其他12組合，除了不種植 F_2 集團及第一次回交僅與稉型親本回交外，其他之回交法與上述四組合相同。

本試驗皆採單本植，依據一般稉稻育種選拔基準進行單株選拔，F_2 集團各種植288～500株，自 BC_nF_1 選出之各單株，於次期作各種植100株 BC_nF_2 集團，F_2 及以後世代選出的單株，則於次期作

以系譜法進行選育，每系統各種30株，到 F_4 系統選出 F_5 種子，將 F_5 世代接近固定之品系，移送各區農改良場進行新品系觀察試驗。

調查項目：全部16組合 F_1 之稔實率及株高；與雙親回交四組合之 F_2、BC_1F_1、BC_2F_1、BC_3F_1 稔實率及株高，其 F_2 及 BC_1F_1 並調查內外穎色澤及芒；粳秈稻單雜交（僅四組合）及其不同回交次數之後裔（全部），BC_nF_1～BC_nF_4 世代之選拔率（選出株數/種植株數）。

試驗結果

一、回交次數對粳秈稻雜種後裔稔實率之影響

1987年第一期作，進行如表1.所列16組合之粳秈稻雜交，雜種 F_1 於第二期作於本所試驗田以單本種植，於成熟期各取10株調查其稔實率，調查結果（表1.），16組合之稔實率皆低於70%，稔實率最低的組合是TNG70/IR62，平均只有3.57%，最高的是TNG70/IR45，平均稔實率亦只有62.21%，16組合中平均稔實率超過50%只有7組合，稔實率低於40%的亦有7組合，顯示粳秈雜種 F_1 的稔實率有偏低之現象。

Table 1. The spikelet fertility and plant height of parents and F_1 from the crosses between Japonica and Indica rice hybrids.

Cross	spikelet fertility (%)	plant height (cm)		
	F_1	P_1	P_2	F_1
TNG67/IR54	41.36± 6.92	105.2	102.0	121.8
TNG67/IR9256-59	60.34± 7.80	105.2	85.4	126.8
TC189/IR2307-247-2-2-3	30.09± 9.56	97.6	89.2	115.2
TC189/IR32272-67-3-2-3	55.94± 7.31	97.6	102.2	123.6
TC189/IR36	33.72± 6.18	97.6	80.8	117.6
TC189/IR52	42.42± 3.75	97.6	92.6	126.0
TNG70/IR32272-67-3-2-3	51.60±11.75	118.0	102.2	118.6
TNG70/IR45	62.21± 4.99	118.0	96.0	119.0
TNG70/IR56	51.27± 6.64	118.0	93.8	125.6
TNG70/IR62	3.57± 0.96	118.0	92.8	117.6
TN9/IR19431-72-2	38.89± 9.75	108.2	101.0	124.4
TN9/IR36	53.38± 8.08	108.2	80.8	117.0
TN9/IR38	17.41± 6.47	108.2	93.4	121.3
TN9/IR52	58.05± 6.73	108.2	92.6	125.2
KH141/IR58	24.64± 7.15	108.0	84.0	126.5
KH141/IR9752-222-3-2-2	12.99± 3.65	108.0	88.6	133.4

1988年第一期作，調查 TC189/IR36、TNG70/R56、TN9/IR36、KH141/IR9752-222-3-2-2 四組合 F_2 族群及8組合之 BC_1F_1 之稔實率，其稔實率分佈頻度列於表2，此4組合之雜種 F_1 的平均稔實率雖有明顯之差異（12.99%～53.38%），但其 F_2 族群之平均稔實率，4組合間差異不大，（57.85～61.95%），F_2 族群之稔實率皆近似常態分佈而頻度最高的皆出現在60.1～70.0，顯示雜種 F_1 的平

均稔實率對 F_2 族群之稔實率並無明顯之影響。BC_1F_1 的平均稔實率介於46.45～74.79%間，回交父母本之表現，因組合不同而異，TNG70/IR56之雜種 F_1 回交其父母本之 BC_1F_1 平均稔實率近似，分別爲68.67%及67.05%，KH141/IR9752-222-3-2-2回交父本之 BC_1F_1，平均稔實率爲67.95%，而回交母本則爲46.45%，兩者相差21.5%，另外兩組合亦相差約13～15%，由本試驗結果顯示，回交秈型親的稔實率有較高的趨勢。

Table 2. Frequency distribution of spikelet fertility of F_1, F_2 and BC_1 from the crosses between Japonica and Indica rice.

Cross,	Number of offsprings plants with fertility rate of											Average fertility rate (%)
Generation	0.0 ～ 10.0	10.1 ～ 20.0	20.1 ～ 30.0	30.1 ～ 40.0	40.1 ～ 50.0	50.1 ～ 60.0	60.1 ～ 70.0	70.1 ～ 80.0	80.1 ～ 90.0	90.1 ～ 100	Total	
TC189/IR36												
F_1	0	0	2	7	1	0	0	0	0	0	10	33.72± 6.18
F_2	3	6	16	28	46	68	106	70	30	5	378	59.39±17.36
BC_1P_1	0	4	6	7	15	15	6	13	4	1	71	53.55±19.40
BC_1P_2	0	0	0	3	7	11	22	15	11	2	71	66.46±13.84
TNG70/IR56												
F_1	0	0	0	0	4	5	1	0	0	0	10	51.27± 6.64
F_2	4	8	22	25	57	90	116	106	61	11	500	61.95±17.91
BC_1P_1	0	0	1	2	5	13	17	18	5	5	66	67.05±14.24
BC_1P_2	0	0	0	2	4	17	19	17	13	5	77	68.67±13.53
TN9/IR36												
F_1	0	0	0	1	1	7	1	0	0	0	10	53.38± 8.08
F_2	4	7	15	34	54	87	114	76	56	10	457	60.69±17.76
BC_1P_1	2	1	2	7	8	14	15	12	10	4	75	60.14±20.57
BC_1P_2	0	0	0	0	3	4	15	28	16	7	73	74.79±11.26
KH141/IR9752-222-3-2-2												
F_1	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12.99± 3.65
F_2	4	11	16	20	39	56	57	49	33	3	288	57.85±19.77
BC_1P_1	2	6	8	6	15	16	7	6	1	0	67	46.45±18.81
BC_1P_2	0	0	1	1	3	2	14	13	4	2	40	67.95±14.16

BC_1P_1 : Backctossing to female.
BC_1P_2 : Backctossing to male.

1988年第二期作調查 BC_2F_1 的稔實率結果如表3，由表3顯示直接回交稉型母本二次（J/I//J///J）之 BC_2F_1 的平均稔實率，比先回交秈型父本再與稉型母本雜交（J/I//I///J）者高，前者高於後者約20%，在同一 BC_2F_1 中選不同單株回交的結果，表現不一，有的近似，但亦有差異達約23%。J/I//J///J之 BC_2F_1 的總平均稔實率爲72.53%，高於其 BC_1F_1 總平均值（56.80%），J/I//I///J 之 BC_2F_1 的總平均稔實率爲52.84%，低於其 BC_1F_1 總平均稔實率（69.50%）。

Table 3. Frequency distribution of spikelet fertility of BC_2 form the crosses between Japonica and Indica rice. (1988 II)

Backcrossing	Number of offsprings plants with fertility rate of											Average fertility rate (%)
	0.0～10.0	10.1～20.0	20.1～30.0	30.1～40.0	40.1～50.0	50.1～60.0	60.1～70.0	70.1～80.0	80.1～90.0	90.1～100	Total	
TC189^3/IR36	0	0	0	0	4	5	6	10	8	5	38	72.98±14.51
TC189^3/IR36	0	0	1	1	1	8	7	3	2	0	23	59.12±14.29
TNG70^3/IR56	0	0	0	2	1	17	34	41	12	2	109	69.53±10.22
TN9^3/IR36	0	0	0	0	0	9	30	38	55	18	150	78.04±10.79
TN9^3/IR36	0	0	0	0	1	3	10	34	42	4	94	78.47± 8.98
KH141^3/IR9752*	4	3	1	1	3	1	0	6	2	1	22	46.64±30.89
KH141^3/IR9752*	0	0	0	0	3	9	23	30	9	2	76	69.96±10.21
SUM	4	3	2	4	13	52	110	162	130	32	512	72.53±14.27
TC189^2/IR36^2	1	0	8	9	32	25	15	25	1	2	118	54.67±16.39
TNG70^2/IR56^2	0	0	0	1	2	20	43	30	5	1	102	66.35± 9.12
TN9^2/IR36^2	0	1	4	3	15	31	67	40	16	0	177	64.53±13.19
TN9^2/IR36^2	0	0	0	01	9	20	53	35	35	11	164	70.85±12.79
KH141^2/IR9752^2*	32	35	17	17	8	1	0	0	0	0	110	19.13±12.55
KH141^2/IR9752^2*	10	31	29	20	12	5	1	0	0	0	108	25.95±12.23
SUM	43	67	58	51	78	102	179	130	57	14	779	52.84±12.71

* abridgment of IR9752-222-3-2-2

1989年第一期作調查8個組合共17個雜種 BC_3F_1 之稔實率，其頻度分佈如表4，BC_3F_1 之表現與 BC_2F_1 相似，即全與粳型母本回交的雜種 F_1 較先回交秈型父本一次，再與粳型母本回交二次之稔實率爲高，唯就同一組合而言，有些 BC_3F_1 的平均稔實率較 BC_2F_1 高，有的則較低表現，並不一致。同一組合不同單株回交的結果亦如 BC_2F_1，其平均稔實率有近似，亦有差異頗大。

綜合本試驗調查結果，粳秈稻雜種 F_1 稔實率皆偏低，且偏低程度因組合不同而異；F_2 族群之稔實率近似常態分佈分離，與雜種 F_1 稔實率高低無關；回交秈型親的稔實率有較高的趨勢，唯回交秈型親再回交粳型親則稔實率降低；回交使其平均稔實率提高。

二、回交次數對粳秈稻雜種後裔株高之影響

1987年第二期作，調查16組合粳秈稻雜種 F_1 及其親本之株高，結果列於表1，親本之株高從80.8～118.0公分，雜種 F_1 之株高則爲115.2～133.4公分，雜種 F_1 之株高皆較其親本高，顯現雜種優勢，而增加的比率因組合不同而異，雜種 F_1 的株高與其較高親本比較結果，F_1 增高的百分率從0.51到29.1，從本調查結果，概而言之，所利用之秈型花粉親較粳型親本矮，臺農70號之株高最高，但其雜種 F_1 之株高的雜種優勢較小。

粳秈稻雜種 F_2 族群與回交父母本之 BC_1F_1 及其當期作 (1988 I) 父母本株高調查結果如表5，由此結果得悉 F_2 族群之株高頻度分佈近似常態分佈，而其頻度高峰出現在較高親本之株高組或較高的一組，除了 TNG70/IR56之 F_2 平均株高略高於二親之平均值外，其他3組合之 F_2平均株高皆高於較高株高之親本。與較高親本回交之 BC_1F_1 之平均株高不但高於與較矮親本回交的 BC_1F_1，亦高於該組合 F_2 族群之平均值，但較其前期作之 F_1 矮。

Table 4. Frequency distribution of spikelet fertility of BC_3 form the crosses between Japonica and Indica rice. (1989 I)

Backcrossing	Number of offsprings plants with fertility rate of 0.0 ∫ 10.0	10.1 ∫ 20.0	20.1 ∫ 30.0	30.1 ∫ 40.0	40.1 ∫ 50.0	50.1 ∫ 60.0	60.1 ∫ 70.0	70.1 ∫ 80.0	80.1 ∫ 90.0	90.1 ∫ 100	Total	Average fertility rate (%)
TC189^4/IR36	0	0	0	0	2	1	1	6	3	0	13	71.07±13.68
TC189^4/IR36	3	4	4	6	3	6	11	19	6	1	63	57.49±23.83
TNG70^4/IR56	0	0	0	0	0	2	12	76	100	23	213	80.98±7.21
TN9^4/IR36	0	0	0	1	0	0	3	10	24	14	52	83.85±10.71
TN9^4/IR36	0	0	0	0	6	6	19	24	27	9	91	74.88±12.85
TN9^4/IR36	0	0	1	0	4	3	22	20	33	5	88	74.47±13.12
KH141^4/IR9752*	1	1	6	6	7	9	2	5	3	1	41	50.02±20.52
KH141^4/IR9752*	4	3	3	6	3	3	4	6	1	4	37	49.40±27.40
SUM	8	8	14	19	25	30	74	166	197	57	598	72.57±16.16
TC189^3/IR36^2	7	8	16	6	25	9	13	19	9	4	116	49.48±24.41
TNG70^3/IR56^2	3	2	2	9	6	8	15	25	22	6	98	65.58±21.69
TNG70^3/IR56^2	1	0	0	0	0	1	23	32	19	4	80	74.38±11.82
TN9^3/IR36^2	9	17	13	12	9	15	30	29	34	8	176	57.38±26.45
TN9^3/IR36^2	7	9	24	31	25	31	52	35	25	6	245	54.67±21.59
KH141^3/IR9752^2*	10	5	0	2	1	3	4	3	3	0	31	35.94±31.44
KH141^3/IR9752^2*	9	9	6	5	4	9	9	6	5	0	62	42.32±26.43
SUM	46	50	61	65	70	76	146	149	117	28	808	56.12±23.40

* abridgment of IR9752-222-3-2-2

Table 5. Frequency distribution of plant height of parents, BC_1 and F_2 from the crosses between Japonica and Indica rice.

Cross, Generation	Number of offsprings plants with plant height (cm) of < 75.0	75.1 ∫ 85.0	85.1 ∫ 95.0	95.1 ∫ 105.0	105.1 ∫ 115.0	115.1 ∫ 125.0	125.1 ∫ 135.0	135.1 ∫ 145.0	145.1 ∫ 155.0	Total	Average fertility rate (%)
TC189/IR36											
P_1 : TC189	0	0	3	4	3	0	0	0	0	10	102.7± 5.78
P_2 : IR36	0	5	5	0	0	0	0	0	0	10	86.2± 4.26
F_2	1	9	39	77	95	90	69	17	3	400	113.5±14.45
BC_1P_1	0	1	1	5	25	26	11	6	0	75	118.6±11.02
BC_1P_2	0	7	16	21	21	11	2	0	0	78	103.2±11.46
TNG70/IR56											
P_1 : TNG70	0	0	0	0	6	4	0	0	0	10	115.4± 2.91
P_2 : IR56	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	94.3± 1.27
F_2	2	14	50	110	125	83	15	1	0	400	107.3±11.37
BC_1P_1	0	0	0	6	20	33	14	4	0	77	119.1± 9.34
BC_1P_2	1	5	12	16	16	8	6	0	0	64	104.5±13.82

(continued)

TN9/IR36										
P_1 : TN9	0	0	1	9	0	0	0	0	0	10	100.4± 4.59
P_2 : IR36	0	5	5	0	0	0	0	0	0	10	86.2± 4.26
F_2	5	28	70	146	88	53	8	2	0	400	102.9±11.69
BC_1P_1	0	0	8	17	28	18	5	0	0	76	109.7±10.41
BC_1P_2	0	4	15	27	19	9	1	0	0	75	102.9±10.37
KH141/IR9752-222-3-2-2											
P_1 : KH141	0	3	5	2	0	0	0	0	0	10	95.6± 6.12
P_2 : IR9752	0	1	9	0	0	0	0	0	0	10	93.67± 2.87
F_2	7	15	49	51	93	43	26	2	0	286	111.5±14.12
BC_1P_1	0	0	10	18	21	14	6	0	0	69	114.6±10.65
BC_1P_2	1	2	8	12	8	5	3	0	0	39	108.8±13.74

1988年第二期作，調查8組合計13個雜種 BC_2F_1 的株高（表6），其平均株高最高的是 TNG70^2/IR56^2 平均131.6公分，最矮的是 KH141^3/IR9752-222-3-2-2，總平均110.12公分，雜種 F_1 與秈型父本回交一次，再與粳型母本雜交的雜種 F_1 平均株高，比直接與粳型母本回交二次的高。

Table 6. Frequency distribution of plant hegiht of BC_2 from the crosses between Japonica and Indica rice.

Backcrossing	Number of offsprings plants with plant height (cm) of									Average fertility rate (%)
	< 80.0	80.1 ~ 90.0	90.1 ~ 100.0	100.1 ~ 110.0	110.1 ~ 120.0	120.1 ~ 130.0	130.1 ~ 140.0	140.1 ~ 150.0	Total	
TC189^3/IR36	0	0	0	6	21	11	0	0	38	117.1± 6.29
TC189^3/IR36	0	1	3	5	9	5	0	0	23	112.0±10.39
TNG70^3/IR56	0	1	0	1	38	55	11	0	106	122.7± 7.95
TN9^3/IR36	0	0	0	29	49	50	10	0	138	118.7± 8.95
TN9^3/IR36	0	1	5	44	39	5	0	0	94	110.0± 6.51
KH141^3/IR9752*	0	2	6	11	3	0	0	0	22	103.2± 7.63
KH141^3/IR9752*	0	0	3	31	34	9	0	0	77	112.1± 7.11
SUM	0	5	17	127	193	135	21	0	498	115.5± 7.83
TC189^2/IR36^2	0	0	2	5	24	44	46	9	130	128.3± 9.87
TNG70^2/IR56^2	1	1	0	0	7	36	48	10	103	131.6± 9.31
TN9^2/IR36^2	0	0	1	27	62	65	23	0	178	120.0± 8.56
TN9^2/IR36^2	0	0	2	37	59	55	15	0	168	118.4± 9.07
KH141^2/IR9752^2*	0	2	16	44	41	12	0	0	115	110.2± 8.67
KH141^2/IR9752^2*	0	0	2	50	50	6	0	0	108	110.9± 5.71
SUM	1	3	23	163	243	218	132	19	802	119.8± 8.53

*abridgment of IR9752-222-3-2-2

雜種 BC_3F_1 的株高調查結果如表7，各組平均株高為95.6～115.3公分，自同一親源之 BC_2F_1 選不同單株回交，其 BC_3F_1 的平均株高，有的近似，例如二組 KH141^4/IR9752-222-3-2-2之平均株高分別為108.6及109.4公分，而另二組 KH141^3/IR9752-222-3-2-2^{2}之平均株高為95.6及111.7公分，則有明顯差異。

Table 7. Frequency distribution of plant height of BC_3 from the crosses between Japonica and Indica rice.

Backcrossing	Number of offsprings plants with plant height (cm) of								Average fertility rate (%)
	< 80.0	80.1 ∫ 90.0	90.1 ∫ 100.0	100.1 ∫ 110.0	110.1 ∫ 120.0	120.1 ∫ 130.0	130.1 ∫ 140.0	Total	
TC189^4/IR36	0	0	2	4	7	1	0	14	111.2± 8.28
TC189^4/IR36	0	2	23	25	12	1	0	63	103.3± 8.16
TNG70^4/IR56	0	0	1	41	141	31	0	214	115.3± 5.42
TN9^4/IR36	0	0	1	22	26	2	0	51	111.4± 5.32
TN9^4/IR36	0	0	3	25	48	14	2	92	114.4± 7.25
TN9^4/IR36	0	13	35	29	11	0	0	88	110.5± 7.93
KH141^4/IR9752*	0	1	8	15	17	1	0	42	108.6± 7.23
KH141^4/IR9752*	0	0	5	19	16	2	0	42	109.4± 6.40
SUM	0	16	78	180	278	52	2	498	110.4± 7.00
TC189^3/IR36^2	0	12	31	34	24	8	1	110	105.2±11.01
TNG9^3/IR36^2	1	1	26	57	80	28	1	194	112.0± 9.62
TN70^3/IR56^2	0	10	30	36	21	1	0	98	103.0± 9.07
TN70^3/IR56^2	0	0	1	30	41	7	1	80	102.5± 9.32
TN9^3/IR36^2	0	2	41	80	52	26	8	209	109.9± 10.26
KH141^3/IR9752^2*	6	13	20	6	7	0	0	52	95.6±11.79
KH141^3/IR9752^2*	0	4	7	12	15	9	3	50	111.7±12.39
SUM	0	42	156	255	240	79	14	793	107.3±10.49

*abridgment of IR9752-222-3-2-2

綜合本試驗調查結果，稉秈稻雜種 F_1 株高較親本高，其雜種優勢因組合不同而異；F_2 族群之株高近似常態分佈分離，其平均株高較雜種 F_1 矮；回交使其平均株高降低。

三、稉秈稻雜種後裔之內外穎色澤及芒

本試驗所用之親本其內外穎色澤為普通的稻草色，且為無芒，但其稉秈稻雜種 F_1，出現內外穎為灰色的穀粒並且有芒，是其親本所無之性狀，在1988年第一期作，調查 BC_1F_1 及 F_2 之此二性狀，發現內外穎有普通稻草色、淺灰色、深灰色，且有些單株是灰色穀粒與稻草色穀粒混雜，仍依色澤有無、深淺及比例分為稻草色，部份灰色(1)，多數灰色(2)，全淺灰色(3)，全深灰色(4)；穀粒有不同程度之著芒情形，依芒之有無、長短及比例，分為無芒，稀短(1)，短芒(5)，稀長(7)，進行調查。結果列於表8，由調查結果顯示稉秈稻雜種後裔內外穎著色的情形，因組合不同而異，一般而言，回交第一代穀粒內外穎著色的百分率比 F_2 族群少 。 F_2 族群稻穀粒著芒之情形亦因組合而異，無芒者的比例以

KH141/IR9752-222-3-2-2最高達71.52%，最低者爲 TNG70/IR56，只有35.2%是無芒者，且TNG70/IR56 著芒部份，以短芒(5)最多（佔全部份之24%），其次爲稀長者（21.4%），而其他三組合著芒情形以稀短(1)爲多數，其次爲短芒者(5)。BC_1F_1 的著芒情形變域更大，無芒者之比例從22.21～95.00%，與回交秈型或稉型親本無關。

Table 8. Frequency distribution of lemma-palea color and awning of F_2 and BC_1 from the crosses between Japonica and Indica rice.

Character / Generation	lemma-palea color[1]					awning[2]				Tatal
	0	1	2	3	4	0	1	5	7	
Tc189/IR36										
F_2	178	59	30	52	59	219	97	36	26	378
BC_1P_1	40	15	5	7	4	52	12	3	4	171
BC_1P_2	30	14	11	12	4	35	25	7	4	71
TNG70/IR56										
F_2	244	39	22	72	123	176	97	120	107	500
BC_1P_1	35	5	6	10	10	14	22	21	9	66
BC_1P_2	43	5	11	14	4	65	10	1	1	77
TN9/IR36										
F_2	168	81	55	113	40	219	103	99	36	457
BC_1P_1	44	13	6	8	4	48	13	6	8	75
BC_1P_2	46	7	6	9	5	34	22	12	5	73
KH141/IR9752-222-3-2-2										
F_2	236	22	14	7	9	206	57	20	5	288
BC_1P_1	65	2	0	0	0	38	23	6	0	67
BC_1P_2	40	0	0	0	0	38	1	1	0	40

[1] lemma-palea color; 0 : straw, 1 : less then 50% grain is gray, 2 : over 50% grain is gray, 3 : light gray, 4 : deep gray.
[2] awning; 0 : absent, 1 : short and partly awned, 5 : short and fully awned, 7 : long and partly awned.

爲了解 BC_1F_1 及 F_2 之稔實率、內外穎顏色及著芒情形，彼此間是否有某種相關性，仍就調查資料進行相關分析，其相關係數列於表9。由相關分析顯示雜種 F_2 之稔實率與內外穎顏色相關都不顯著，而與著芒情形之相關性，在 TC189/IR36 及 TN9/IR36兩組合，呈極顯著或顯著相關，唯相關係數只有0.14547及0.10084，而另兩組合相關不顯著；雜種 BC_1F_1 之稔實率與內外穎顏色之相關性，在 KH141/IR9752-222-3-2-2//KH141 組合，呈極顯著，而其它七組合之相關不顯著；雜種 BC_1F_1之稔實率與著芒情形之相關性，皆呈相關不顯著；內外穎顏色與著芒情形之相關性，除 KH141/IR9752-222-3-2-2之 F_2 爲極顯著（r＝0.24381）外，其它 F_2 或 BC_1F_1 皆無顯著相關性。

Table 9. Correlation coefficients between spikelet fertility,lemma-palea color and awning in F_2 and BC_1 populations of Japonica crossed with Indica rice.

Character	spikelet fertility with		awing with
Generation	lemma-palea color	awning	lemma-palea color
TC189/IR36			
F_2	0.00372	0.14547**	0.05526
BC_1P_1	−0.14498	0.06139	−0.05203
BC_1P_2	−0.07040	−0.04965	0.29249
TNG70/IR56			
F_2	0.00251	0.04657	0.05561
BC_1P_1	−0.10620	−0.07740	0.09675
BC_1P_2	0.09375	−0.08363	0.09381
TN9/IR36			
F_2	0.03351	0.10084*	−0.03467
BC_1P_1	−0.05894	−0.05372	−0.01004
BC_1P_2	−0.02449	−0.02739	−0.06201
KH141/IR9752-222-3-2-2			
F_2	−0.04532	0.00652	0.24381**
BC_1P_1	−0.31559**	0.20573	−0.12195
BC_1P_2	0.00000	−0.02753	0.00000

BC_1P_1:Backctossing to female
BC_1P_2:Backctossing to male

四、回交次數與方法對稉秈稻雜交育種選拔率之影響

本試驗4組稉秈稻雜交組合，從其單交、一次回交（回交父母本計二種）二次回交、三次回交及四次回交等不同材料，在各個分離世代，依一般稉稻育種選拔基準進行選拔工作，其選拔結果列於表10及表11，由表10得知，稉秈稻單交後裔，在 F_2 世代，雖種植288～500株，卻未能選得目標植株，育種選拔率（選拔株數/種植株數）爲0。回交稉型親本一次者，育種選拔率BC_1F_1 爲8.18%；BC_1F_2 爲1.41%；BC_1F_3 爲0.28%；BC_1F_4 爲0，育種選拔率逐代降低，未能選得 F_5 系統。雜種 F_1回交二次稉型親本，其從 BC_2F_1 到 BC_2F_4 之育種選拔率依序爲4.23、2.39、0.60及0.40%，選拔率亦逐代降低，但已可選出 F_5 之接近固定的優良品系。當回交三次稉型親本後，其從 BC_3F_1到 BC_3F_4各世代之選拔率分別爲7.77、4.40、2.19及0.95%，選拔率比回交2次者業已改善，但可選出之數（或選拔率）頗低。而回交四次稉型親本後，平均一個組合可選出15株優良之 BC_4F_1 植株，從 BC_4F_2 到 BC_4F_4 之選拔率分別爲3.05、2.00及2.27%。

Table 10. The selection rate of different generation from the crosses between Japonica and Indica rice.

Generation	F_1			F_2			F_3			F_4		
Cross	P*	S*	R*	P	S	R	P	S	R	P	S	R
TC189/IR36	30	—	—	378	0	0.00						
TNG70/IR56	30	—	—	500	0	0.00						
TN9/IR36	30	—	—	475	0	0.00						
KH141/IR9752**	30	—	—	288	0	0.00						
Mean	30	—	—	410	0.0	0.00						
TC189^{2}/IR36	71	6	8.45	600	9	1.50	270	3	1.11	90	0	0.00
TNG70^{2}/IR56	66	8	12.12	800	6	0.75	180	0	0.00			
TN9^{2}/IR36	75	8	10.67	800	3	0.38	90	0	0.00			
KH141^{2}/IR9752**	67	1	1.49	100	3	3.00	90	0	0.00			
Mean	70	5.8	8.18	575	5.3	1.41	158	1.0	0.28	90	0.0	0.00
TC189^{3}/IR36	38	3	7.89	300	13	4.33	390	1	0.26	30	0	0.00
TC189^{3}/IR36	23	1	4.35	100	4	4.00	120	1	0.83	30	0	0.00
TNG70^{3}/IR56	109	3	2.75	300	14	4.67	420	6	1.43	180	1	0.56
TN9^{3}/IR36	150	8	5.33	800	8	1.00	240	2	0.83	60	0	0.00
TN9^{3}/IR36	94	5	5.32	500	12	2.40	360	3	0.83	90	2	2.22
KH141^{3}/IR9752**	22	0	0.00			0.00			0.00			0.00
KH141^{3}/IR9752**	76	3	3.95	300	1	0.33	30	0	0.00			0.00
Mean	73	3.3	4.23	329	8.7	2.39	260	2.6	0.60	78	0.6	0.40
TC189^{4}/IR36	14	1	7.14	100	5	5.00	150	4	2.67	120	1	0.83
TC189^{4}/IR36	63	3	4.76	300	21	7.00	630	31	4.92	930	15	1.61
TNG70^{4}/IR56	214	17	7.94	1700	21	1.24	630	7	1.11	210	0	0.00
TN9^{4}/IR36	51	4	7.84	400	21	5.25	630	7	1.11	210	1	0.48
TN9^{4}/IR36	92	8	8.70	800	18	2.25	540	7	1.30	210	2	0.95
TN9^{4}/IR36	88	9	10.23	900	51	5.67	1530	31	2.03	930	17	1.83
Mean	87	7.0	7.77	700	22.8	4.40	685	14.5	2.19	435	6.0	0.95
TC189^{5}/IR36	—	6	—	600	17	2.83	510	18	3.53	540	26	4.81
TC189^{5}/IR36	—	10	—	1000	40	4.00	1200	31	2.58	930	26	2.80
TNG70^{5}/IR56	—	26	—	2600	79	3.04	2370	26	1.10	780	5	0.64
TN9^{5}/IR36	—	16	—	1600	55	3.44	1650	21	1.27	630	16	2.54
TN9^{5}/IR36	—	28	—	2800	69	2.46	2070	31	1.50	930	21	2.26
TN9^{5}/IR36	—	4	—	400	10	2.50	300	6	2.00	180	1	0.56
Mean	—	15.0	—	1500	45.0	3.05	1350	22.2	2.00	665	15.8	2.27

* P : number of planting, S : number of selection, R : selection rate (%) (S/P) .
**abridgment of IR9752-222-3-2-2

稉秈稻雜種 F_1 回交秈型親本，BC_1F_1 只有0.63%之選拔率，從 BC_1F_2 即未能選 F_3 系統。稉秈稻雜種 F_1 回交秈型親本一次，再回交稉型一次，在 F_2 世代亦未能選出符合目標之 F_3（表11）。雜種 F_1 先回交秈型親本一次，再與稉型親本回交二次，其平均選拔率從 BC_3F_1 到 BC_3F_4 分別爲3.69

、3.50、1.12及0.63%。雜種 F_1 先回交秈型親本一次再回交稉型親本三次，平均一組合可選出9.5株之 BC_4F_1 單株，其後裔平均選拔率從 BC_4F_1 到 BC_4F_4 分別爲1.61、0.97及2.24%。雜種 F_1 先回交秈型親本，再與稉型親本雜交二次者，其選拔率與雜種 F_1 直接回交稉型親本二次者略高，而較直接回交稉型親本三次者略低。

Table 11. The selection rate of different generation from the crosses between Japonica and Indica rice.

Generation	F_1			F_2			F_3			F_4		
Cross	P*	S*	R*	P	S	R	P	S	R	P	S	R
TC189/IR36^{2}	71	1	1.41	100	0	0.00						
TNG70/IR56^{2}	77	1	1.30	100	0	0.00						
TN9/IR36^{2}	73	1	1.37	100	0	0.00						
KH141/IR9752^{2}*	40	1	2.50	100	0	0.00						
Mean	65	1.0	1.64	100	0.0	0.00						
TC189^{2}/IR36^{2}	118	1	0.85	100	0	0.00						
TNG70^{2}/IR56^{2}	102	0	0.00			0.00						
TN9^{2}/IR36^{2}	177	3	1.69	300	0	0.00						
TN9^{2}/IR36^{2}	164	2	1.22	200	0	0.00						
KH141^{2}/IR9752^{2}**	110	0	0.00			0.00						
KH141^{2}/IR9752^{2}**	108	0	0.00			0.00						
Mean	130	1.0	0.63	200	0.0	0.00						
TC189^{3}/IR36^{2}	110	2	1.82	200	10	5.00	300	3	1.00	90	0	0.00
TC189^{3}/IR36^{2}	86	4	4.65	400	14	3.50	420	4	0.95	120	1	0.83
TNG70^{3}/IR56^{2}	98	6	6.12	600	20	3.33	600	6	1.00	180	2	1.11
TNG70^{3}/IR56^{2}	80	6	7.50	600	13	2.17	390	9	2.31	270	5	1.85
TN9^{3}/IR36^{2}	194	3	1.55	300	9	3.00	270	4	1.30	120	0	0.00
TN9^{3}/IR36^{2}	209	1	0.48	100	4	4.00	120	0	0.00			0.00
Mean	130	3.7	3.69	367	11.7	3.50	350	4.3	1.12	156	1.6	0.76
TC189^{4}/IR36^{2}	—	12	—	1200	8	0.67	510	4	0.78	510	2	0.39
TC189^{4}/IR36^{2}	—	18	—	1800	44	2.44	1320	25	1.89	750	19	2.53
TNG70^{4}/IR56^{2}	—	10	—	1000	21	2.10	630	5	0.79	150	2	1.33
TNG70^{4}/IR56^{2}	—	7	—	700	9	1.29	270	5	1.85	150	1	0.67
TN9^{4}/IR36^{2}	—	6	—	600	7	1.17	210	1	0.48	30	2	6.67
TN9^{4}/IR36^{2}	—	4	—	400	8	2.00	240	0	0.00			0.00
Mean	—	9.5	—	950	16.2	1.61	530	6.7	0.97	318	4.8	2.24

* P : number of planting, S : number of selection,R:selection rate (%) (S/P)
**abridgment of IR 9752-222-3-2-2

除了上述四組合外，表1之其他12組合稉秈稻雜種 F_1，亦分別回交其稉型親本四次，每次回交均就其後裔依稉稻選育基準進行選拔，各組合世代間選拔情形如下；回交稉型親本一次者，平均每組合選出5.8株 BC_1F_1，BC_1F_2平均選拔率爲0.77%，BC_1F_3 爲0.20%，BC_1F_4 爲0.83%。回交稉型親本二次者，平均每組合選出4.3株 BC_2F_1，其他各世代之平均選拔率爲 BC_2F_2：4.24%，BC_2F_3：0.94%，

BC_2F_4：0.87%。回交稉型親本三次者，平均每組合選出8.1株 BC_2F_1，其他各世代之平均選拔率爲 BC_3F_2：2.60%、BC_3F_3：1.69%、BC_3F_4：0.73%。回交稉型親本四次者，平均每組合選出12.9株 BC_4F_1，其他各世代爲 BC_4F_2：3.42%、BC_4F_3：1.49%、BC_4F_4：1.99%。

各世代之選拔率已分述如前，而各世代實際選出之 F_5 品系數如下：四個主要調查組合（表2）選拔結果，稉秈稻單交雜種及其一次回交後裔，無法選出 F_5 品系；雜種 F_1 回交稉型親本二次，平均每組合選0.6個 F_5 品系，雜種 F_1 回交稉型親本三次，平均每組合選6.0個 F_5 品系，雜種 F_1 回交稉型親本四次，平均每組合選15.8個 F_5 品系；雜種 F_1 先回交秈型親本一次再與稉型親本回交一次，無法選出 F_5 品系，雜種 F_1 先回交秈型親本一次再與稉型親本回交二次，平均每組合選1.6個 F_5 品系，雜種 F_1 先回交秈型親本一次再與稉型親本回交三次，平均每組合選4.8個 F_5 品系。另外12組合選拔結果，稉秈雜種 F_1 回交稉型親本一次，平均每組合選0.7個 F_5 品系；雜種 F_1 回交稉型親本二次，平均每組合選4.6個 F_5 品系；雜種 F_1 回交稉型親本三次，平均每組合選3.7個 F_5 品系；雜種 F_1 回交稉型親本四次，平均每組合選15.4個 F_5 品系。

由這些結果顯示，以育成稉稻爲目標之回交育種，以稉稻爲輪迴親爲宜，經四次回交之後裔，明顯地較能選出 F_5 優良品系。

討　　論

國際稻米研究所指出雜種 F_1（同類型雜交）的稔實率，比其親本減少3%[25]，稉秈稻雜種 F_1 的稔實率偏低現象，已爲衆多研究者[2,7,9,12,15,16,17,18]提出，本試驗之結果亦與前人之研究相似，雜種 F_1 之稔實率從3.57%～62.21%，因組合不同而有明顯的差異，其間可能係因所用之親本，雖同爲稉型或秈型之品種，但其親源仍有頗大之差異性，其中尤以秈型稻各品種間的差異較大，依據 Glaszmann[22]以同功異構酶就亞洲栽培稻（*O. sativa* L.）進行分類之結果，認爲可分爲六群，其中一至五群爲一般通稱之秈型（Indica），第六群則爲日本型（Japonica）和爪哇型（Javanica）。依據本試驗之雜種 F_1 稔實率，參照 Glaszmann 之報告，似可將 IR36、IR45、IR52、IR56等爲一群，而 IR38及 IR62等爲另一群，唯待進一步探討。

1988年第一期作，調查 TC189/IR36，TNG70/IR56，TN9/IR36，KH141/ IR9752-222-3-2-2 等四組合之 F_2 稔實率，其變域分別爲2.4～95.7%、5.7～96.6%、1.6～96.6%、1.1～94.0%，F_2 族群之平均稔實率分別爲59.39%、61.95%、60.69%、57.85%，且四組合之 F_2 稔實率之頻度分佈皆只有一個峰度，且都出現在60.1～70.0組距中，由變域平均值及頻度分佈均無明顯差異，上述四組合之 F_2 稔實率之表現相似，而四組合間 F_1 稔實率（33.72%、51.27%、53.38%、12.99%）有明顯差異，從本試驗 F_1 與 F_2 稔實率之表現不一致，認爲稉秈稻雜種不稔性，似不單僅由遺傳因子控制，此與盧[7]等之結論相似。

稉秈稻雜種 F_1，分別回交雙親之 BC_1F_1 的稔實率，本試驗之結果因回交親本不同而異，回交稉型親（母本）與回交秈型親（父本）比較時，一般而言，前者之變域較大，平均值略低，而二者頻度分佈圖亦異，後者之峰度偏右（高稔實率），其中以最低稔實率差異較大，四組合之稉/秈//稉（J/I//J）與稉/秈//秈（J/I//I）之 BC_1F_1 之最低稔實率分別爲15.1%與33.5%、29.7%與35.8%、1.1%與41.8%、9.6%與24.8%，由此結果似乎顯示秈型之花粉與稉秈稻雜種 F_1 之親和力較高，池橋氏報告[15]亦指出 I/J//I之BC_1F_1 稔實率較I/J//J之BC_1F_1 稔實率高。

本所目前爲負責本省稉稻育種工作，爲配合育種工作之執行，因此本試驗第二次（BC_2）及以後之回交，即未再回交秈型親本，全部以稉稻爲輪迴親本，其 BC_2F_1 因第一次輪迴親不同可分爲二組，其一爲全部回交稉稻（A組），另爲先回交秈稻再回交稉稻（B組），A、B兩組 BC_2F_1 的稔實率有明顯之差異，相同組合 A 、B 兩組 BC_2F_1 稔實率比較結果，A 組高於 B 組，且 A 組之稔實率較

該組合之 BC_1F_1高，而B組則相反，尤其是 KH141/IR9752-222-3-2-2組合之J/I//I///J的 BC_2F_1 稔實率，幾乎與其雜種 F_1 (J/I) 相似，特別偏低，顯著低於其 BC_1F_1 的稔實率。A、B 二組各組合之加權平均稔實率相差約20% (72.53%比52.84%) ，其差異原因，似爲 J/I//J 比 J/I//I 之遺傳背景，較接近稉稻。

從同組合 BC_1F_1 選不同單株，分別回交輪迴親其 BC_2F_1 之稔實率，有的相近，亦有差異頗大者，由這些調查結果，似乎顯示選擇雜種後裔，再行雜交或回交時，應注重選擇技術，才能得到較佳之成果。從 BC_2F_1 選株型較接近稉稻之植株爲母本，再與稉型輪迴親回交，其 BC_3F_1 之稔實率，一般而言，與 BC_2F_1相似，A 組較 B 組高，各組合之平均稔實率 BC_3F_1 略高於 BC_2F_1,唯因組合不同，亦有略爲降低者。

綜合本試驗結果，同組合各世代之平均稔實率，F_2 高於 F_1，A 組之 BC_1F_1 略低於 F_2 而高於 F_1，B 組之 BC_1F_1 高於 F_2 及 F_1，A 組 BC_2F_1 高於 BC_1F_1、F_2 及F_1，B 組之 BC_2F_1 低於BC_1F_1，而高於 F_1，A 組 BC_3F_1 高於 BC_2F_1、BC_1F_1、F_2 及 F_1，B 組 BC_3F_1 高於 BC_2F_1 及 F_1，而低於 BC_1F_1 及 F_2 ，由此結果顯示稉秈稻雜種之稔實率，隨回交次數而增加。

稻雜種 F_1 之株高顯現雜種優勢，已爲許多研究者指出[5,10,25]，本試驗之雜種 F_1之株高的雜種優勢，因組合而異，最少的只有0.51%，最高的達29.1%。雖然調查株高四組合之父母本高矮差達16.8～24.2公分，但其雜種 F_2 族群之株高頻度分佈近似常態分佈，BC_1F_1 株高的頻度分佈，亦近似常態分佈，顯示兩親間影響株高之主效因子應無差異，經探討親本之親緣，可能皆具有半矮性基因，且 Kikuchi 等[23,26,28,29]指出半矮性基因爲隱性基因，並受修飾基因影響而增長桿長，因而認爲兩親間之株高差異係受多數微效基因之影響。

稉秈稻雜種 F_2 族群各別株高，與雙親比較結果，因雜交組合而異，唯均顯示超越分離現象，較矮親本矮的植株有2.75～13.75%，較高親本高的植株有24.75～86.36%，較高親本高的植株比率最高的是高雄141/IR9752-222-3-2-2 (86.36%) ，其次爲臺中189/IR36 (75.5%) ，而此二組合亦是雜種 F_1 不稔率最高 (81.01%) 及次高 (66.28%) 之組合，似乎顯示雜種 F_1 的不稔率與 F_2 之株高分離比有關，唯尙待觀測更多資料，始能證明。

本試驗之 A 組 BC_2F_1 (J/I//J///J) 的基因型，理應比 B 組 (J/I//I///J) 具有較多之使高株較高的微效基因，而 BC_2F_1 的平均株高，卻是 A 組較 B 組矮；且 F_1 之株高爲最高，BC_1F_1次之，再次爲 BC_2F_1，最矮的是 BC_3F_1，這些結果似顯示，株高性狀有較高的雜種優勢之表現，株高因回交次數增加而降低。

稻穎之顏色，基本上可分爲六群：(1)稻草色 (一般正常色) (2)黃橙色或茶色(3)褐色(4)灰黑色(5)紫紅色(6)橄欖色，根據前人之研究[3,13,14]指出，紫紅色係由於花青素 (anthocyan) 之作用，花青素之出現，需 C、A 二互補基因 (complementary gene) 同時存在，C 是色原素 (Chromoqen) ，A 是花青素激體 (Activator) ，C 基因座 (C-locus) 與 A 基因座 (A-locus) 各由6個與4個複等位基因 (Multiple alleles) 組成，由兩基因座之等位基因間組合之不同，而產生各種不同色和濃度的花青素，並受各部位有關之基因和對這些基因具有修飾或抑制作用的其他基因之間相互作用的影響，而出現在各部位，例如；若有 P (稃尖之色素分佈基因) 基因存在，則稃尖明顯著色。穎色除 C、A、P 外尙需 Pr (內外穎之分佈基因) 基因才能出現。褐系色著色 (Tawny) 與 C 亦有關係，故 C 有雙重作用 (Dual) 。影響內外穎灰黑色之基因，因研究者不同而有受一、二、三對顯性互補基因 (complementary dominant gene) 之報告，前川氏[18]認爲係受 Bh_1、Bh_2、Bh_3等三對顯性互補基因控制，並指出此三對基因之地理分佈不一樣，印度、東南亞、中國大陸之品種系 (秈稻) ，多數具有 Bh_1 及 Bh_3，日本之品種系 (稉稻) ，則含有 Bh_2 基因型，因此稉秈稻雜種常出現內外穎灰黑色。

本試驗所用之親本，其內外穎色澤，均爲一般之稻草色，其 F_1 出現灰色著色，其 F_2 及 BC_1F_1 之著色情形，依色澤深淺及比例分爲稻草色(0)，部份灰色(1)，多數灰色(2)，全淺灰色(3)，全深灰色(4)；因未就部份灰色及多數灰色植株，詳細調查其比率，故無法確實估算其遺傳基因，但由親本與 F_1 穎色不同，其 F_2 及 BC_1F_1 之穎色分離，及 BC_2F_1、BC_3F_1 及 BC_4F_1 灰黑穎色比率減少等現象，顯示稉秈稻雜種後裔內外穎之灰黑色，係由互補基因所控制。依本試驗初步調查結果，稉秈稻雜種後裔內外穎著色的情形，因組合不同而異，是親本具有不同之基因，或其他因素影響，猶待研究探討。

根據 Kinoshita 引用 Nagao 等[27]報告指出，有An-1，An-2，An-3及An-4(t) 等四個存在不同染色體的基因影響芒之有無。前川氏[18]報告指出內外穎著色基因 Bh_1 或 Bh_2 與 An-1 或 An-2 爲具28.5%組換值之連鎖。本試驗分析內外穎顏色與著芒情形之相關性，除 KH141/IR9752-222-3-2-2 之 F_2 爲極顯著（r＝0.24381）外，其它 F_2 或 BC_1F_1 皆無顯著相關性，是否因 F_1 不稔性，使基因型未能完全表現，而與前川氏報告不同，則尙待進一步探討。本試驗之稉秈稻親本均爲無芒種，而其 F_1 皆出現有芒，而其 F_2 與 BC_1F_1 的分離現象，因組合不同而異，似由互補基因所控制，因本試驗非針對此點進行研究，謹記錄調查所得資料，而其遺傳行爲，留待他日再行探討研究。

一般回交育種[8]，仍針對一、二優良性狀，欲導入輪迴親而執行，以回交法育成之品種，本省迄今在正式登記命名的250個品種中[1,11]，只有臺中186號係以臺中65號爲輪迴親，與關東55號雜交，再回交5次並經7次自交選拔而選出品系，再經5年測驗而育成，其他皆以品種或品系爲單交或複交育成。湯[8]指出；繁村氏曾於1954年經三次回交，再經5次自交，並行篩選，將秈型水稻 Tadukan 之稻熱病抵抗性遺傳因子注入稉型農林8號內，歷時10年育成抗稻熱病品種。

本試驗是以育成優良稉稻品種，擴大稉稻遺傳資源爲目標，因而選拔時係以綜合考量各種農藝性狀及米質而進行選拔，首先在田間就各項農藝性狀（株型、葉型、株高、穗數、穗重等），綜合評量而選拔，入選之單株，經乾燥後再就米質進行淘汰，這部份工作完全憑藉經驗，並未就各性狀進行測量調查記載，全部選拔工作，均由第一作者一人負責，以避免選拔標準因人而異。

從 TC189/IR36、TNG70/IR56、TN9/IR36、KH141/IR9752-222-3-2-2等4組合之稉秈稻單交雜種 F_2 集團，未能選出 F_3 系統。其雜種 F_1 回交稉型母本一次，未能選出 F_5 品系，雜種 F_1 再回交二次稉型親本，平均每組合選出0.6個 F_5 品系，與稉型親本回交三次後，平均每組合選出6.0個 F_5 品系，雜種 F_1 回交四次稉型親本，平均每組合選出15.8個 F_5 品系。稉秈稻雜種 F_1 回交秈稻一次，及再回交稉親一次，皆未能選出 F_3 系統，再與稉型親本回交二次，平均每組合選出1.6個 F_5 品系，再回交稉型親本三次，平均每組合選出4.8個F_5 品系。

除了上述4組合以外，其他12組合稉秈稻雜種 F_1，亦因回交稉型親本次數不同，其選出F_5 之優良品系的育種選拔率而異，其從 $BCnF_4$ 選出 F_5 之選拔率及實際選出數爲：回交一次爲0.83%及0.7個品系，回交二次爲0.87%及4.6個品系，回交三次爲0.73%及3.7個品系，回交四次爲1.99%及15.4個品系，其中 BC_1 與 BC_2 後裔選出 F_5 之比率雖較 BC_3略高，回交二次實際選出 F_5 品系數亦較回交三次高，唯經查組合間各別之選拔率，發現係由 TNG70/IR45 或 TNG67/IR54之高選拔率所造成，實際上 BC_1 有86%的組合未能選出 F_5 品系，BC_2 有48%的組合未能選出 F_5 品系，BC_3 亦有43%的組合未能選出 F_5 品系，而 BC_4 只有6.7%之組合未能選出 F_5 品系。

從這些選拔結果，顯示以育成優良稉稻爲目標之稉秈稻雜交，除少數特殊組合外，一般未經回交或只回交一次，無法或難於獲得固定的優良品系，須以稉稻爲輪迴親，經四次回交，才有較多的機會選出 F_5 之接近固定的優良品系。本次稉秈稻雜種經一至四次之回交，其後裔分別按稉稻品種改良之選育標準進行選拔，所穫第五世代（F_5）稻種，業已分送各改良場，供爲新品系觀察材料，其爾後之成積，猶待追蹤調查，僅就其分離世代之選育情形，彙整本報告，或可供從事稉秈稻雜交育種者參考。

參考文獻

1. 行政院農業委員會等・1987・臺灣稻作品種圖誌・pp. 339・行政院農業委員會等編・臺北。
2. 胡兆華・1963・稻遺傳學及細胞遺傳學之研究近況。科學農業 11(7,8):179—190。
3. 高橋、萬右衛門・1964・日本稻遺傳因子分析與連鎖群。科學農業 12(9,10):242—246。
4. 馮朝程、許東暉、鄧耀宗・1969・臺灣秈稻與稉稻之特性研究。1.1960年以前之栽培品種。農業研究 18(3):18—29。
5. 許東暉、洪信雄、鄧耀宗、黃眞生・1969・水稻雜種優勢之研究。(1)水稻品種間雜種第一代優勢之初步測定。農業研究 18(3):1—17。
6. 黃眞生、陳源泉・1961・臺灣水稻育成品種間之親緣係數。農業研究 10(3):1—5。
7. 盧守耕、孔德諟・1963・稉秈稻雜種後代稔實率及若干農藝性狀個體選拔效果之研究。中華農學會報 新(42):1—12。
8. 湯文通・1964・回交育種法之檢討。科學農業 12(3,4):53—63。
9. 湯文通・1956・最近東南亞秈稉兩型稻雜交育種工作之進度。科學農業 4(8)295—297。
10. 曾東海、黃眞生・1987・雜種水稻的產量與組合力。中華農業研究 36(2):151—164。
11. 農林廳・1964・稻作改良年報—7778年・臺灣省政府農林廳・南投中興新村・
12. 謝順景・1958・水稻雜種不稔性之研究,第一報印度型與日本型稻雜種不稔性之細胞學之觀察。農業研究 7(3):51—61 。
13. 謝順景・1960・稻之遺傳因子分析,第一報稻之顏色遺傳因子及其他性狀之遺傳。農業研究 9(2):1—13。
14. 繆進三・1955・稻之花靑素遺傳新論集萃。科學農業 3(5):6—15。
15. 池橋宏・1985・イネの遠緣交配のF_1稔性た關する理論と應用。農業はよび園藝 60(9):1099—1104
16. 岡彥一・1953・稻の印度型、日本型の問題。農業及園藝 28(7):805—809。
17. 岡彥一・1956・稻品種間の雜種不稔性レニじこ。農業及園藝 31(1):9—14。
18. 前川雅彥・1982・遠緣稻間にねける遺傳的差異關する硏究。北海道大學農學部邦文紀要。13(2):146—177
19. 横尾政雄・1984・ィネの遠緣交雜に由來する雌性不稔。日育雜 34:219—227
20. 磯永吉・1944・增補水稻耕種法講演。臺灣農會發行 pp. 417。
21. 磯永吉・1968・蓬萊米談話。山口農試特報 16:6—18。
22. Glaszmann, J. C. 1986.A Varietal Classification of Asian Cultivated Rice (*Oryza sative* L.) Based on Isozyme Polymorphism. In Rice Genetics.P.83—90. International Rice Research Institute Los. Banos, Philippines.
23. Hu, C. H. 1989. A newly induced semidwarfing gene with agronomic potentiality. Rice Gebet. Newsl. 6:72—74.
24. Ikehashi, H. and A. Araki. 1986. Genetics of F_1 sterility in Remote Grosses of Rice. *In* Rice Genetics. P. 119—130. International Rice Research Institute. Los. Banos, Philippines.
25. International Rice Research Institute. 1981. 1982. 1984. Annual Reports for 1980. 1981. 1983. IRRI. Los. Banos, Philippines.
26. Kikuchi, F. 1986. Semidwarfing genes of high yielding rice varieties in Japan. *In* Rice Genetics. P. 285—295. International Rice Research Institute. Los. Banos, Philippines.
27. Kinoshita, T. 1989. Report of the Committee on Gene Symbolization, Nomenclature and Linkage Groups. Rice Genet. Newsl. 6:2—31.
28. Rutger, J. N., L. E. Azzini and P.J. Brookhouzen. 1986. Inheritance of semidwarf and other useful mutant genes in rice. *In* Rice Genetics. P. 261—271. International Rice Research Institute. Los. Banos, Philippines.
29. Tsai, K. H. 1989. An induced dwarfing gene, *sd—7* (*t*), obtained in Taichung 65. Rice Genet. Newsl. 6:99—101.

Variation in Fertility Rate, Plant Height, and Selection Rate for Progenies of Indica-Japonica Rice Hybrids in Relation to Generations of Backcross[1]

T. H. Tseng, C. C. Chen and C. G. Chern[2]

Crosses were made between 5 Japonica rice varieties (as maternal parents) and 13 Indica varieties/strains (as paternal parents) for the purpose to introduce superior characteristics from Indica to Japonica rice. Among the 16 F_1 hybrids obtained, 4 were backcrossed to both their paternal and maternal parents.The resulted 8 BC_1 and the remaining 12 F_1 were backcrossed for 1 to 4 generations to their respective maternal parent (as recurrent parents). The fertility rate and plant height were investigated on all the F_1, F_2, BC_1F_1, BC_2F_1, and BC_3F_1 offsprings. Experimental results indicated that fertility rate of the F_1 hybrids ranged from 3.57 to 62.21%, with significant variation among combinations. Fertillity rate of the F_2 generations showed the character of normal distribution, and the average was higher than that of the F_1 populations. Fertility rate of BC_1F_1 also varied according to the parental genotype for backcrossing. The value was higher with Indica genotypes as the recurrent parent than with Japonica genotypes. In addition, fertility increased with increasing generations of backcross. Significant hybrid vigor in plant height was observed in F_1 populations. Plant height of F_1 exceeded that of the parents by 0.51—29.1%. Backcross to a tall parent tended to produce plants 10% taller than the offsprings from backcross to a short parent. Plant height decreased with increasing generations of backcross. In general, plant height of BC_3F_1 was similar to that of the parent. The Indica-Japonica hybrids showed the characteristics of low ferrtility, awned spikelets, and colored palea and lemma which were not observed on both parents. However, no correlation was recorded among the three characteristics. According to the selection criteria of Japonica rice breeding programs, no strain could be selected from single crosses between the two types of rice. After 3 generations of backcross, superior strain could be selected from most cross combinations, however, the selected rate was usually lower than 1%. The rate increased to over 2% for most combinations if the F_1 plants were backcrossed their maternal parent for 4 generations.

Key Words : Rice, Indica-Japonica Cross, Backcross, Recurrent Parent, Fertility Rate, Awned Spikelets, Colored Palea and Lemma, Plant Height, Selection Rate

---

1. Contribution No. 1615 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.
2. Assistant breeder, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.